

## Multi-functional vibration actuator

Patent Number: ☐ [EP1149636](#)  
Publication date: 2001-10-31  
Inventor(s): SAKAI NOBUYASU (JP)  
Applicant(s): TOKIN CORP (JP)  
Requested Patent: JP2001300423  
Application Number: EP20010109877 20010423  
Priority Number(s): JP20000123798 20000425  
IPC Classification: B06B1/04  
EC Classification: [B06B1/04B](#), [H04R9/06A](#)  
Equivalents: CN1322097, SG91917, ☐ [US2001033215](#)  
Cited patent(s): [US5894263](#); [EP0791405](#); [JP61018298](#)

---

### Abstract

A multi-functional vibration actuator comprises a magnetic circuit (11,13,15) flexibly supported by a suspension (53) fixed to the magnetic circuit, a coil arranged at a gap of the magnetic circuit, and a vibration transmitting portion. The coil includes at least two coils (57,59). One of the coils is a main coil. Another coil is an auxiliary coil. Even if the coil jumps out of the uniform magnetic flux distribution of a magnetic pole gap during movement, a uniform magnetic flux is always

applied of the coil.



---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

F7529

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-300423

(P2001-300423A)

(43) 公開日 平成13年10月30日 (2001. 10. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーム(参考)

B 0 6 B 1/04

B 0 6 B 1/04

S 5 D 1 0 7

H 0 2 K 33/18

H 0 2 K 33/18

B 5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-123798 (P2000-123798)

(22) 出願日 平成12年 4 月 25 日 (2000. 4. 25)

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 酒井 延恭

宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号

株式会社トーキン内

F ターム(参考) 5D107 AA03 BB08 CC08 CC09 CD05

DD12

5H633 BB09 BB10 GG03 GG09 GG17

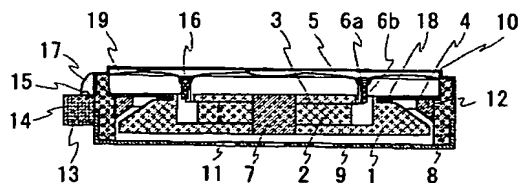
HH02 HH09 IIII25

(54) 【発明の名称】 多機能振動アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 コイルが磁極空隙の均一磁束分布領域から飛び出した場合でも駆動力の低下が生じない、またコイルの十分な追随性を確保し、かつ電流対駆動力の非線形性が生じない、電気音響変換器としての音響歪み特性を損なわない多機能振動アクチュエータを得る。

【解決手段】 磁気回路、および該磁気回路の空隙に配置したコイル 6 a、6 b と、振動伝達部 8 に固定された円弧状の螺旋形板ばねのサスペンション 4 により該磁気回路を柔軟に支持している多機能振動アクチュエータにおいて、該コイル 6 a、6 b は少なくとも 2 つ以上の複数のコイル 6 a、6 b により形成された多機能振動アクチュエータであって、前記コイル 6 a、6 b は、可動時において磁極空隙の均一磁束分布範囲から飛び出した際も均一の磁束がかかるように少なくとも 1 つの補助コイル 6 b を装着した多機能振動アクチュエータとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気回路、および該磁気回路の空隙に配置したコイルと、振動伝達部に固定されたサスペンションにより該磁気回路を柔軟に支持している多機能振動アクチュエータにおいて、該コイルは少なくとも2つ以上の複数のコイルにより形成されていることを特徴とする多機能振動アクチュエータ。

【請求項2】 前記コイルは、可動時において磁極空隙の均一磁束分布範囲から飛び出した際も均一の磁束がかかるように少なくとも1つの補助コイルを装着してなることを特徴とする請求項1記載の多機能振動アクチュエータ。

【請求項3】 磁気回路、および該磁気回路の空隙に配置したコイルと、振動伝達部に固定されたサスペンションにより該磁気回路を柔軟に支持している多機能振動アクチュエータにおいて、前記コイルは任意の高さで巻き幅に変化をもたせて磁気勾配をつけたことを特徴とする多機能振動アクチュエータ。

【請求項4】 前記コイルは振動体に固着され、該振動体は、径方向の任意の位置に凹部が設けられ、前記コイルは、凹部内へ嵌め込みまたは凹部により形成された凸部頂面上へ固着されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の多機能振動アクチュエータ。

【請求項5】 前記コイルは、1つもしくは複数個設けられ、前記コイルの線径、線材の少なくとも1つが異なっていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の多機能振動アクチュエータ。

【請求項6】 前記コイルの結線方法は、2端子の直列や並列、もしくは3端子で行われていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の多機能振動アクチュエータ。

【請求項7】 前記コイルのコイル線は、該コイルを固着する前記振動体側で密に巻かれていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の多機能振動アクチュエータ。

【請求項8】 前記磁気回路と、前記振動体に固着したコイルは、互いに作用し、逆位相で動作することを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の多機能振動アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として携帯電話等の移動体通信機器に搭載され、呼び出し音、音声、振動を発生させる機能を有する多機能振動アクチュエータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の多機能振動アクチュエータにおいては、図5に示すように、ヨーク1'、永久磁石2'、プレート3'で構成される磁気回路は、振動伝達部8'に固定した円弧状の螺旋形板ばねのサスペンション4'

で柔軟に支持しており、サスペンション4'は、磁気回路のヨーク1'外周部および振動伝達部8'に固定されている。

【0003】振動体5'の径方向の任意の位置に設けた振動体U字形部16'に接着剤等により固着されたコイル6'は、磁気回路の空隙に配されており、コイル線19'は、振動体5'面に振動体5'の振動に悪影響がないように振動体5'面上をくの字形、U字形、蛇腹形もしくは各々を組み合わせた形状で追わせて、振動体5'の任意の位置に点状にした接着剤等の弾性材で貼り付けられて端子板14'に半田15'付けされている。

【0004】このとき、コイル6'は、図6に示すように、整列巻きされたコイル6'を1つ使用し、図5もしくは図7(a)、図7(b)に示す配置で構成されていた。振動体5'は、サスペンション4'と同様、振動伝達部8'に固定され、コイル6'に駆動電流を流すと磁気回路あるいはコイル6'は軸方向を上下に移動を繰り返して起こし、振動伝達部8'は、低周波においては固定部、高周波においては弾性体と化して振動体5'の一部となって振動し、振動モードで磁気回路と振動体5'に固着したコイル6'は、互いに作用して逆位相で動作を行い外部に振動を伝えるような構造であった。

【0005】このとき、振動伝達部8'には、機能本体を保護するためのカバーA9'およびカバーB10'が固定され、カバーA9'には、1個もしくは複数個の任意の径の空気粘性減衰用の放音孔11'が設けられていた。なお、7'は磁気回路の中心穴を貫通させて嵌入した中心軸である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の多機能振動アクチュエータでの構造において、整列巻きされた単一のコイルは、振動体の径方向の任意の位置に接着、振動体に設けた凹部内への嵌め込みもしくは凹部により形成された凸部頂面上への接着等により固定されていたが、駆動時においてコイルが磁極空隙の均一磁束分布から磁極外に飛び出した際に、駆動力の低下および十分な追従性がなくなり、電流対駆動力の非線形性が生じて電気音響変換器としての音響歪み特性を損なっていた。

【0007】従って、本発明の目的は、コイルが磁極空隙の均一磁束分布領域から飛び出した場合でも駆動力の低下が少ない、またコイルの十分な追従性を確保し、かつ電流対駆動力の非線形性が生じ難い、電気音響変換器としての音響歪み特性を損なわない多機能振動アクチュエータを提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の多機能振動アクチュエータは、これらの問題を解決するため、コイルは、複数個で形成されており、少なくとも1つ以上の歪み改善補助コイル6bを主コイル6aに装着することで、可動時にコイルが磁極空隙の均一分布から、飛び出

した状態でも均一の磁束がコイルにかかるようにした多機能振動アクチュエータである。あるいは、コイルは、任意の高さ(列数)で疎・密巻きを繰り返し、巻き幅(層数)に変化をもたせて磁気勾配をつけ、可動時においてコイルが磁極空隙の均一磁束分布範囲から飛び出した際も常時均一の磁束がコイルにかかっている多機能振動アクチュエータである。

【0009】ここで、振動体は、径方向の任意の位置に凹部が設けられ、コイルは、凹部内への詰め込みまたは凹部により形成された凸部頂面上へ固着されている。コイルは、コイルの線径、線材などが同等もしくは異なっているものを用い、コイルを固着する振動体側が密に巻かれている。コイル線の結線方法は、2端子の直列や並列、もしくは3端子で行われている。

【0010】即ち、本発明は、磁気回路および該磁気回路の空隙に配置したコイルと、振動伝達部に固定されたサスペンションにより該磁気回路を柔軟に支持している多機能振動アクチュエータにおいて、該コイルは少なくとも2つ以上の複数のコイルにより形成されている多機能振動アクチュエータである。

【0011】また、本発明は、前記コイルが可動時において磁極空隙の均一磁束分布範囲から飛び出した際も均一の磁束がかかるように、少なくとも1つの補助コイルを装着してなる多機能振動アクチュエータである。

【0012】また、本発明は、磁気回路および該磁気回路の空隙に配置したコイルと、振動伝達部に固定されたサスペンションにより該磁気回路を柔軟に支持している多機能振動アクチュエータにおいて、前記コイルが任意の高さで巻き幅に変化をもたせて磁気勾配をつけた多機能振動アクチュエータである。

【0013】また、本発明は、前記コイルが振動体に固着され、該振動体は、径方向の任意の位置に凹部が設けられ、前記コイルは、凹部内へ詰め込みまたは凹部により形成された凸部頂面上へ固着されていることを特徴とする多機能振動アクチュエータである。

【0014】また、本発明は、前記コイルが1つもしくは複数個設けられ、前記コイルの線径、線材の少なくとも1つが異なっている多機能振動アクチュエータである。

【0015】また、本発明は、前記コイル線の結線方法が2端子の直列や並列、もしくは3端子で行われている多機能振動アクチュエータである。

【0016】また、本発明は、前記コイルのコイル線が該コイルを固着する前記振動体側で密に巻かれている多機能振動アクチュエータである。

【0017】また、本発明は、前記磁気回路と、前記振動体に固着したコイルは、互いに作用し、逆位相で動作する多機能振動アクチュエータである。

【0018】

【実施例】本発明の実施例による多機能振動アクチュエ

ータについて、以下に説明する。

【0019】(実施例1)図1は、本発明の実施例1の多機能振動アクチュエータの断面図である。図1の多機能振動アクチュエータは、円盤状の永久磁石2を挟み込むようにヨーク1とプレート3で磁気回路が形成されており、内磁型構造である。

【0020】ここで、ボルトの形状、あるいはピンの形状をした中心軸7は、磁気回路の中心穴を貫通させて嵌入しており、ヨーク1、永久磁石2、プレート3を同軸上に位置決めしている。このとき、中心軸7は、ヨーク1、永久磁石2、プレート3を同軸上に位置決め後、取り除いても良い。また、磁気回路構成部材は、永久磁石2の吸引力もしくは接着剤との併用により固定されている。

【0021】ここで、サスペンション4は、1枚の円弧状の螺旋形板ばねで構成されていて、磁気回路を柔軟に支持しており、粘着剤、接着剤もしくは樹脂等の弾性材18もしくはカシメ等によりヨーク1の外周部に固定され、もう一端は振動伝達部8に固定されている。一方、コイル6a、6bは、振動体5の任意の位置に設けた脱落しにくい信頼性の高い振動体U字形部16面に接着剤等により固着されており、磁気回路の空隙に配置されている。

【0022】このとき、コイル線19は、振動体5面に前記振動体5の振動に悪影響がないように振動体5面上をくの字形、U字形、蛇腹形もしくは各々を組み合わせた形状で這わせて、振動体5の任意の位置に点状にした接着剤等の弾性材で貼り付けることにより、音響モードにおける不安定動作を抑制して歪み成分を低減させ、かつ駆動入力電圧および長時間駆動等による断線を防止することができ、さらに振動伝達部8の外周部に設けた端子台13の端子板14に半田15により接続し、コイル線19および接続部を保護する保護剤17で覆われている。

【0023】また、サスペンション4をヨーク1の外周部へ固定することにより磁気回路の揺れを抑制し、磁気回路の落下衝撃等の過剰振幅による振動体7への接触を避けるため、振動伝達部8の内周部にはストッパ12が設けられている。このとき、ストッパ12は、1つ、複数個もしくは内周部全体に形成されている。

【0024】本発明の多機能振動アクチュエータの振動モードにおいて、磁気回路と振動体5に固着したコイル6a、6bは、互いに吸引力と反発力が作用し逆位相で動作を行うため、磁気回路もしくはサスペンション4と振動体5との隙間は、磁気回路および振動体5の各々の振幅を考慮し、磁気回路とカバーA9との隙間の各部より大きく設けられ、磁気回路もしくはサスペンション4と振動体5が接触を避ける構造になっている。

【0025】磁気回路の構造は、図1の多機能振動アクチュエータに示した、内磁型構造の他に、外磁型もしく

10

20

30

40

50

はラジアル構造いずれでもかまわない。また、磁気回路のヨーク1の先端部は、内磁型や外磁型でも高磁束密度が発生しやすいように突起、凹凸等の形状にしている。永久磁石2の磁極の向きは、どちらを向いていてもかまわない。また、サスペンション4は、振動伝達部8とインサートモールド成形、溶着、接着等により一体化されている。

【0026】ここで、振動体5は、平面状、皿板状、曲面状、コルゲーションもしくは各々を組み合わせた形状の任意の板厚で、曲面状の場合には単一曲率もしくは異種曲率の組み合わせ、さらにコイル6a, 6bの内側の振動体5の剛性を高めて高調波歪み成分を最小限に抑える任意の曲率形状にすることにより、振動モードにおいては磁気回路もしくはサスペンション4と振動体5の接触を避け、音響モードにおいては所定の音響特性が得られるようにしている。なお、振動体5は、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリエステル(PET)、ポリカーボネート(PC)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリアリレート(PAR)、ポリイミド(PI)およびアラミド(PPTA)のうち、少なくとも一種類のプラスチックフィルム材により形成されている。

【0027】また、振動体5の外周部は、振動体5の振幅をより大きく得るために、必要に応じて粘着剤、接着剤もしくは樹脂等の弾性材を介して振動伝達部8に同軸上に取り付けられている。振動伝達部8は、弾性作用をもたらす樹脂等で作られている。

【0028】振動伝達部8には、振動をもたらす機能本体の保護としてカバーA9およびカバーB10が設けられ、振動伝達部8に固定したカバーA9は、振動体5の非線形的な不安定動作を抑制して共振付近での高調波歪み成分を低減するために、任意の径の空気粘性減衰用の放音孔11を1個もしくは複数個設けられ、円、楕円、長円、多角形もしくは各々を組み合わせた形状である。また、空気粘性減衰作用放音孔11以外に空気流入出がないように注意する必要がある。

【0029】図1の多機能振動アクチュエータにおいて、コイル配置の第1形態である、複数個使用したコイル配置図が示されている。図1に示したコイル配置は、主コイル6aを振動体5側へ、歪み補正用の補助コイル6bを磁気回路側へ振動方向に並べてボビン状にして振動体5に接着剤等により固着したものである。

【0030】(実施例2)図2は、本発明の実施例2の多機能振動アクチュエータについてのコイル配置図を示す。図2(a)は、振動体5の径方向の任意の位置に設けた振動体凹部20に主コイル6aを嵌め込み、さらに振動体凹部20により形成された凸部頂面上に歪み補正用の補助コイル6bを接着剤等により固着したもので、図2(b)は、振動体5の凹部20の振動方向に並べて磁気回路側へ歪み補正用の補助コイル6b、振動体5側へ主コイル6aを嵌め込んだものであり、補助コイル6b

と主コイル6aの間には、振動体凹部に設けた突起21が形成されており、図2(c)は、振動体5の凹部20へ振動方向と平行に主コイル6aと歪み補正用の補助コイル6bが設けられたものである。

【0031】このとき、各コイルは、同種もしくは異種の線径・線材等で構成されている。従来においては、図5から図7に示すように、単一コイル6'を使用した多機能振動アクチュエータであった。電気音響変換器において、磁気ギャップとコイル6'のクリアランスは、一様磁界中でのコイル6'の安定した動作を確保するために必要であったが、磁気回路をサスペンション4にて保持し、低周波印加時にこの磁気回路の振動にて振動機能を有す多機能振動アクチュエータにおいてコイル6'が印加信号に忠実に駆動できずに非線形振動を起こし、十分な歪み特性が得られていなかった。

【0032】従って、図1および図2に示す本発明においては、従来のコイル(主コイル)6aに歪み補正用の補助コイル6bを追加することで、磁気ギャップから離れた均一磁束分布範囲外にコイルが動作したときにも補助コイル6bが歪み改善コイルの役目として働き、コイル全体の磁束感度を上げることで印加信号に忠実な駆動動作を可能として、良好な歪み特性を得ることが可能となった。

【0033】図3に、コイル線の結線方法を示す。図3(a)は、コイルa, b, cを直列接続した結線方法を示し、図3(b)は、コイルa, b, cを並列接続した結線方法を示し、図3(c)は、コイルa, bを直列接続し、接続点から端子を引き出す結線方法を示す。

【0034】(実施例3)図4は、本発明の実施例3の多機能振動アクチュエータについてのコイル配置図であり、これは、コイルaと歪み改善用の補助コイル6bの機能をコイルの巻線方法により可能としたものである。図4(a)は、整列巻きしたコイル6aの高さ方向の両端にコイル6bおよび6cを巻いた場合を示す図、図4(b)は、振動体5側をコイル6aで密に巻いてさらに反対の端を別のコイル6bで巻いた場合を示す図、図4(c)は、整列巻きしたコイル6aの振動体側をさらにコイル6bで巻いた場合を示す図、図4(d)は、振動体5側をコイル6aで密に巻いた場合を示す図である。

【0035】ここで、各コイルは、図4に示すように、任意の高さ(列数)で疎・密巻きを繰り返し、巻き幅・(層数)に変化をもたせて磁気勾配をつけ、可動時においてコイルが磁極空隙の均一磁束分布範囲から飛び出した際も常時均一の磁束が、少なくとも1つのコイルにかかるようになっている。

【0036】このとき、コイルは、1つもしくは複数個設けられており、各コイルの線径、線材などは、同等もしくは異なるものを用いている。同等のものを用いる場合は、コイルの製造工程が簡単であり、異種のものを用いる場合は、コイルの特性の設計が容易になる利点があ

10

20

30

40

50

る。

【0037】上記に示すコイル形状にすることにより、振動体5のコイル取付部の形状を変えことなく、コイルのみで巻き方に変化をもたせることにより、駆動時において磁極外でも駆動力の低下を防止して追随性を保ち、電流対駆動力の非線形性がなくなるため、歪みの発生が生じなくなった。

【0038】駆動電流をコイル6a, 6bに印加すると、振動伝達部8に固定された振動体5およびサスペンション4により柔軟に支持された磁気回路は振動する。このとき、振動伝達部8は、低周波においては固定部、高周波においては弾性体と化して振動体5の一部となって振動し、磁気回路と振動体5に固着したコイル6a, 6bは、互いに吸引力と反発力が作用し逆位相で動作を行っており、図1、図2もしくは図4に示すコイル形状を採用したことで、駆動力の低下を防止し、追随性を保ち、電流対駆動力の非線形性を抑制され、歪み成分を低減させることが可能となった多機能振動アクチュエータである。

【0039】

【発明の効果】以上、述べたごとく、本発明によれば、従来の単一コイルに歪み補正用の補助コイルを設けることで、磁気ギャップから離れた均一磁束分布範囲外にコイルが動作した際にも、歪み補正用の補助コイルが歪み改善コイルとして働き、コイル全体の磁束感度を上げることで、駆動力の低下を防止し、追随性を保ち、かつ電流対駆動力の非線形性を抑制し、歪み成分を低減させることができる多機能振動アクチュエータの提供が可能となった。また、コイルを任意の高さ(列数)で疎・密巻きを繰り返し、巻き幅(層数)に変化をもたせて駆動時も常時均一の磁束がかかるように磁気勾配をつけることでも、上記と同様の結果を得ることが可能であることを確認した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による多機能振動アクチュエータの断面図。

【図2】本発明の多機能振動アクチュエータにおける振動体へのコイル配置図、図2(a)は、振動体凹部に主コイルを嵌め込み、さらに振動体凹部により形成された凸部頂面上に補助コイルを固着した状態を示す図、図2(b)は、振動体凹部の振動方向に並べて磁気回路側へ補助コイル、振動体側へ主コイルを嵌め込んだ状態を示す図、図2(c)は振動体凹部へ振動方向と平行に主コイルと、補助コイルが設けた状態を示す図。

【図3】本発明の多機能振動アクチュエータにおけるコイルの結線方法を示す図、図3(a)は、コイルを直列

接続した結線方法を示す図、図3(b)は、コイルを並列接続した結線方法を示す図、図3(c)は、コイルを直列接続し、接続点から端子を引き出す結線方法を示す図。

【図4】本発明の多機能振動アクチュエータにおける振動体へのコイル配置図の他の例を示す図、図4(a)は整列巻きしたコイルの高さ方向の両端に、2個の補助コイルおよびを巻いた場合を示す図、図4(b)は振動体側をコイルで密に巻き、さらに反対の端を他の補助コイルで巻いた場合を示す図、図4(c)は整列巻きしたコイルの振動体側を、さらに補助コイルで巻いた場合を示す図、図4(d)は振動体側にコイルで密に巻いた場合を示す図。

【図5】従来の多機能振動アクチュエータの断面図。

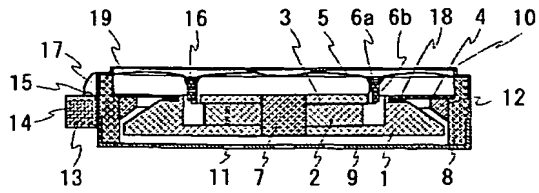
【図6】従来の多機能振動アクチュエータにおける整列巻きされたコイル形状の断面図。

【図7】従来の多機能振動アクチュエータにおける振動体へのコイル配置図。図7(a)は、振動体凹部により形成された凸部頂面にコイルを固着した状態を示す図、図7(b)は、振動体凹部内にコイルを固着した状態を示す図。

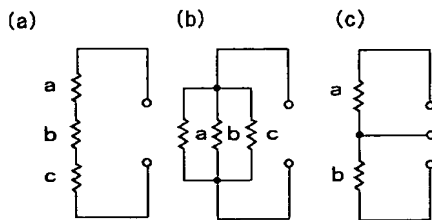
【符号の説明】

- |         |             |
|---------|-------------|
| 1, 1'   | ヨーク         |
| 2, 2'   | 永久磁石        |
| 3, 3'   | プレート        |
| 4, 4'   | サスペンション     |
| 5, 5'   | 振動体         |
| 6a, 6'  | コイル(主コイル)   |
| 6b, 6c  | 補助コイル       |
| 7, 7'   | 中心軸         |
| 8, 8'   | 振動伝達部       |
| 9, 9'   | カバーA        |
| 10, 10' | カバーB        |
| 11, 11' | 空気粘性減衰用の放音孔 |
| 12, 12' | ストッパ        |
| 13, 13' | 端子台         |
| 14, 14' | 端子板         |
| 15, 15' | 半田          |
| 16, 16' | 振動体U字形部     |
| 17, 17' | 保護剤         |
| 18, 18' | 弾性材         |
| 19, 19' | コイル線        |
| 20, 22  | 振動体凹部       |
| 21      | 振動体凹部に設けた突起 |
| a, b, c | コイル         |

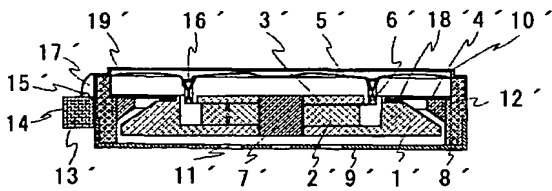
【図1】



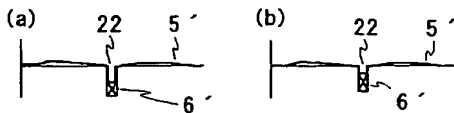
【図3】



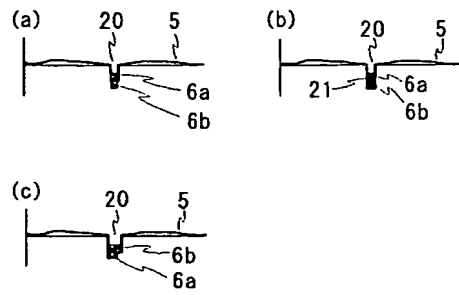
【図5】



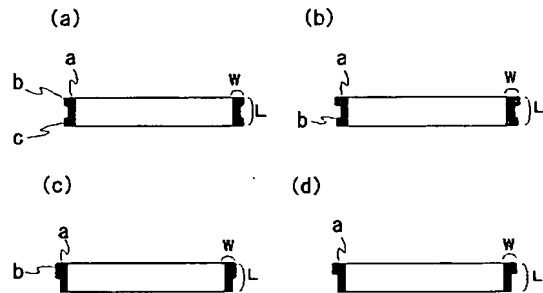
【図7】



【図2】



【図4】



【図6】

